

## Albedo dosimeter encapsulation

**Publication number:** DE3201243

**Publication date:** 1983-09-01

**Inventor:** PIESCH ERNST DIPL PHYS (DE); BURGKHARDT  
BERTRAM DIPL ING (DE); HASSIB GABER (DE)

**Applicant:** KERNFORSCHUNGSZ KARLSRUHE (DE)

**Classification:**

- international: **G01T1/02; G01T1/11; G01T5/10; G01T1/02; G01T5/00;**  
(IPC1-7): G01T1/02

- European: G01T1/02; G01T1/11; G01T5/10

**Application number:** DE19823201243 19820116

**Priority number(s):** DE19823201243 19820116

**Report a data error here**

### Abstract of **DE3201243**

The invention relates to an albedo dosimeter encapsulation for measuring neutron and gamma rays having at least two dosimeter positions. The object of the invention is to measure the personal dose from gamma radiation and neutrons by developing a dosimeter encapsulation which can be employed universally for different dosimeter systems and which preferably can accommodate a thermoluminescence dosimeter card for direct automatic illumination, and a nuclear track detector combination that is insensitive to gamma radiation. Accordingly, the invention proposes a casing containing boron or Cd, which both at the rear, which faces the dosimeter carrier, and at the front contains a window whose size is dimensioned such that at least one dosimeter position is arranged behind the window matched to the detector size and at least one further dosimeter position is arranged behind the window and has a different design of the wall thickness in the regions of the covered dosimeter position.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3201 243 A 1

⑤① Int. Cl. 3:  
G01T 1/02

②① Aktenzeichen: P 32 01 243.8  
②② Anmeldetag: 16. 1. 82  
②③ Offenlegungstag: 1. 9. 83

DE 3201 243 A 1

⑦① Anmelder:

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, 7500  
Karlsruhe, DE

⑦② Erfinder:

Piesch, Ernst, Dipl.Phys., 7514 Leopoldshafen, DE;  
Burgkhardt, Bertram, Dipl.Ing., 7500 Karlsruhe, DE;  
Hassib, Gaber, 7514 Leopoldshafen, DE

Behördenstempel

⑤④ Albedodosimeterkapselung

Die Erfindung betrifft eine Albedodosimeterkapselung zur Messung von Neutronen- und Gammastrahlen mit mindestens zwei Dosimeterpositionen. Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, zur Messung der Personendosis durch Gammastrahlung und Neutronen eine Dosimeterkapselung zu entwickeln, welche universell für verschiedene Dosimetersysteme anwendbar ist und welche bevorzugt eine Thermolumineszenz-Dosimeterkarte für eine direkte automatische Auswertung und eine Gamma-Strahlung-unempfindliche Kernspurdetektorkombination aufnehmen kann. Es wird daher erfindungsgemäß eine bor- bzw. Cd-haltige Hülle vorgeschlagen, die sowohl an der dem Dosimeterträger zugewandten Rückseite als auch an der Vorderseite ein Fenster enthält, deren Größe derart bemessen ist, daß mindestens eine Dosimeterposition hinter dem auf die Detektorgröße abgestimmten Fenster und mindestens eine weitere hinter dem Fenster angeordnet ist, und eine unterschiedliche Auslegung der Wanddicke in den Bereichen der verdeckten Dosimeterposition aufweist.

(32 01 243)

15.01.82

3201243

Kernforschungszentrum  
Karlsruhe GmbH  
ANR 1002597

Karlsruhe, den 13.1.1982  
PLA 8207 Ga/he

Patentansprüche:

- ①. Albedodosimeterkapselung zur Messung von Neutronen- und Gammastrahlung mit mindestens zwei Dosimeterpositionen,  
gekennzeichnet durch eine bor- bzw. Cd-haltige Hülle (1, 2) die sowohl an der dem Dosimeterträger zugewandten Rückseite (1) als auch an der Vorderseite (2) ein Fenster (10, 9) enthält, deren Größe derart bemessen ist, daß mindestens eine Dosimeterposition (1) hinter dem auf die Detektorgröße abgestimmten Fenster (10) und mindestens eine weitere (a) hinter dem Fenster (9) angeordnet ist, und durch eine unterschiedliche Auslegung der Wanddicke in den Bereichen (1, 2, 3) der verdeckten Dosimeterposition (1).
2. Albedodosimeterkapselung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Thermolumineszenz- und Kernspurdetektoren kombiniert und auf unterschiedlichen Dosimeterkarten (6 - 8) einlegbar sind.
3. Albedodosimeterkapselung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kernspurdetektor mit unterschiedlichen (n,  $\alpha$ )-Konvertern (4) abdeckbar ist.

18.01.88  
2.

3201243

4. Albedodosimeterkapselung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülle (1, 2) eine Quaderform besitzt, in deren einen Deckseite (2) ein großflächiges Fenster (9) angeordnet ist und daß <sup>sich</sup> dieses Fenster <sup>über</sup> die beiden Seitenflächen (3) der Vorderseite (2) im Bereich der Dosimeterposition (a) erstreckt.
5. Albedodosimeterkapselung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, gekennzeichnet durch einen Schlitz zum Einlegen bzw. Einschieben der Dosimeterkarte (6 - 8) in die Ausnehmung (3) des Haltekörpers (1) der Hülle (1, 2).
6. Albedodosimeterkapselung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, gekennzeichnet durch Einlagen und Abstandshalter, die es ermöglichen, daß dieselbe Albedodosimeterkapselung (1, 2) für verschieden große bzw. unterschiedlich dicke Dosimeterkarten (7 / 8) verwendbar ist und nur die Fenstergröße (9, 10) der Dosimeterkarte angepaßt ist.
7. Albedodosimeterkapselung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, gekennzeichnet durch Auslegen mindestens eines der Fenster (9, 10) mit einem nicht-borhaltigen Kunststoffteil (11, 12).
8. Albedodosimeterkapselung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, gekennzeichnet durch mindestens eine Öffnung (14) im Fensterbereich (12) unmittelbar im Bereich der Dosimeterposition (a).

16.01.82

3.

3201243

Kernforschungszentrum  
Karlsruhe GmbH

Karlsruhe, den 13.1.1982  
PLA 8207 Ga/he

ANR 1002597

Albedodosimeterkapselung

---

15.01.83

3201243

f

Beschreibung:

Die Erfindung betrifft eine Albedodosimeterkapselung zur Messung von Neutronen- und Gammastrahlung mit mindestens zwei Dosimeterpositionen.

Zur Neutronendosismessung werden bevorzugt Albedodosimeter verwendet, die TLD-Detektoren enthalten, welche Gamma-Strahlung und Neutronen in gleicher Weise registrieren. Zur Trennung des Neutronen-Meßwertanteils benutzt man beispielsweise  $^6\text{LiF}$  und  $^7\text{LiF}$  Dosimeterpaare, die dieselbe Gamma-Empfindlichkeit, jedoch unterschiedliche Neutronenempfindlichkeit besitzen. Der Nachweis thermischer Neutronen erfolgt hierbei über die Kernreaktion  $^6\text{Li} (n, \alpha) ^3\text{H}$ . Die Meßwertdifferenz eines solchen TLD-Dosimeterpaares ist damit proportional zur Neutronenfluenz thermischer Neutronen:

$$\alpha = \alpha(^6\text{LiF}) - \alpha(^7\text{LiF})$$

Als Albedodosimeter bezeichnet man eine Dosimeterkapselung aus Kadmium oder aus einem borhaltigen Kunststoff, in welchem ein Dosimeterpaar bzw. eine Kombination von TLD-Detektoren angeordnet sind. Das Hankins-Einfach-Dosimeter (Hankins, D.E. Reports LA-5261(1973)) enthält ein Dosimeterpaar in der Mitte eines Polyäthylenmoderators, der allseitig von Kadmium umhüllt wird. Das Karlsruhe Albedo-Neutronendosimeter (Piesch et al, Proc., Int. Conf. on Luminescence Dosimetry, Krakow (1974), p.1201) enthält 3 Dosimeterpaare, wobei neben dem

15.01.82  
5.

3201243

Albedodosimeter i die Meßwerte zweier Dosimeterpaare m und a zur Analyse des Neutronenspektrums und damit zur Bestimmung des ortsabhängigen Kalibrierfaktors für das Albedodosimeter i dienen.

Vorteil des Einfachdosimeters ist der vernachlässigbare Einfluß des Abstandes zwischen Dosimeter und dem Körper des Dosimeterträgers, nachteilig eine bis zu einem Faktor 20 falsche Dosisbestimmung. Im Vergleich dazu kann das Karlsruhe Albedodosimeter in einem vorgegebenen Streustrahlungsfeld die Neutronenäquivalentdosis auf  $\pm 25\%$  ermitteln. Körperkontakt, d.h. das Tragen eines Dosimetergürtels ist hier jedoch erforderlich. Weitere Vorteile ergeben sich durch die Möglichkeit, bei der Phantomkalibrierung mit einer Einkugel-Albedomeßtechnik das Neutronenstrahlungsfeld zu analysieren (Piesch et al, 5 th Int. Conf. of IRPA, Jerusalem (1980) und Piesch et al, 8 th DOE Workshop on Personal Dosimetry, PNL-SA-9950, S. 111 - 120) und mit einem On-line-Computer-Rechenprogramm die Meßdaten über das Neutronenstreustrahlungsfeld unmittelbar nach Ausmessung der Dosimeter zu erhalten (Piesch et al, Nucl.Instr. Meth. 175, (1980), p 180 - 182). Nachteilig ist das mühselige Einlegen und Herausnehmen der Detektoren aus der Kapselung.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, zur Messung der Personendosis durch Gamma-Strahlung und Neutronen eine Dosimeterkapselung zu entwickeln, welche universell für verschiedene Dosi-

15.01.82  
6.

3201243

etersysteme anwendbar ist und welche bevorzugt eine Thermolumineszenz-Dosimeterkarte für eine direkte automatische Auswertung und eine Gamma-Strahlung-unempfindliche Kernspurdetektorkombination aufnehmen kann.

Die Lösung dieser Aufgabe ist in den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1 beschrieben.

Die übrigen Patentansprüche geben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung wieder.

Die besonderen Vorteile, welche mit der Erfindung zu erzielen sind, bestehen darin, daß die Albedodosimeterkapselung zur Messung von Neutronen- und Gamma-Strahlung für eine universelle Anwendung in der Personenüberwachung es gestattet, daß

- in der Albedodetektorposition i durch Ausblendung des Fensters der Rückseite sowie durch unterschiedliche Auslegung der Wanddicke bzw. des Neutronenabsorberzusatzes der Hülle an den Seitenflächen sowie an der Vorder- und Rückseite der Kapselung energiearme Neutronen in der Weise absorbiert werden, daß vorwiegend vom Körper einfallende thermische Albedoneutronen möglichst unabhängig vom Abstand Dosimeter zu Phantom bzw. zum Körper nachgewiesen werden und eine Diskriminierung gegenüber aus dem Strahlenfeld einfallende thermische Neutronen erfolgt,
- in der Detektorposition a durch unterschiedliche Auslegung der Wanddicke bzw. des Neutronenabsor-



- berzusatzes an der Vorder- und Rückseite der Dosimeterkapselung energiearme Neutronen in der Weise absorbiert werden, daß vorwiegend aus dem Strahlungsfeld einfallende Neutronen nachgewiesen werden und eine Diskriminierung gegenüber vom Körper einfallenden thermischen Neutronen erfolgt
- in Detektorposition i durch die vorhandene Dosimeterkapselung an der dem Dosimeterträger zugewandten Seite durch das Fenster vorwiegend aber auch mittelschnelle Albedoneutronen hindurchgehen, wobei letztere nach einer zusätzlichen Moderierung innerhalb eines Moderators im Fenster im Bereich der Detektorposition i als thermische und mittelschnelle Neutronen registriert werden,
  - Thermolumineszenz- und Kernspurdetektoren kombiniert eingelegt werden können,
  - der Kernspurdetektor u.U. mit verschiedenen  $(n, \alpha)$ -Konvertern abgedeckt wird.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels mittels der Figuren 1 bis 3 näher erläutert.

Die Fig. 1 zeigt im Schnitt die Explosionsdarstellung der Albedodosimeterkapselung mit Haltekörper 2 und Boden 1. Der Haltekörper 2 ist vorzugsweise quaderförmig ausgebildet und besitzt eine Ausnehmung 13, in welche u.a. der  $(n, \alpha)$ -Konverter 4 auf einer Folie 5, eine Makrofol-Folie 6, Studsvik-TLD-Holder 7 oder ein Harshaw-TLD-Holder 8 eingelegt werden können. Der Haltekörper 2 deckt ein Dosimeterpaar i derart

15.01.82  
8.

3201243

ab, daß es von borhaltigem Plastikmaterial bis auf das Fenster 10 auf fünf Seiten umgeben ist. Er läßt außerdem ein Fenster 9 über der Ausnehmung 13 frei.

Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel werden demnach kommerzielle TLD-Dosimeterkarten bzw. Dosimeterkapselungen eingesetzt, die mindestens 2 Dosimeterpaare bzw. positionen a, i in einer rechteckigen Dosimeterkarte bzw. Dosimeterhalterung 7, 8 möglichst in einer Ebene angeordnet enthalten und die mit kommerziellen Auswertegeräten automatisch ausgewertet werden. Dies sind Dosimeter 7 z.B. der Firma Harshaw und Teledyne, in denen 4 Detektoren, z.B. Lithium-Teflon Dosimeter, paarweise in 2 Positionen angeordnet sind oder Dosimeter 8 der Firma Studsvik und Panasonic, in denen 4 Detektoren hintereinander angeordnet sind. Die Dosimeterkarten 7, 8 werden direkt in die universelle Dosimeterkapselung 1, 2 eingelegt und zur automatischen Auswertung der Albedokapselung entnommen.

Die Albedodosimeterkapselung 1, 2 enthält also Dosimeterkarten mit bevorzugt 2 Dosimeterpaaren, die hintereinander bzw. nebeneinander angeordnet sind. Das konzipierte Albedodosimeter besteht, wie bereits ausgeführt, aus einer rechteckigen borhaltigen Plastikkapselung 1, 2, die an der dem Dosimeterträger zugewandten Rückseite 1 unmittelbar an der Dosimeterposition i mindestens eine Fensterausblendung 10 und an der Vorderseite 2 ein Fenster 9 enthält, dessen Form bevorzugt rechteckig oder rund ist, wobei das eine Dosimeterpaar (a) hinter dem Fenster 9, das andere Dosimeterpaar (i), mit Ausnahme des Fensters 10, von 5 Seiten

15.01.82

3201243

9.

durch die borhaltige Kapselung 1, 2 abgedeckt wird.

Zur Erhöhung der Empfindlichkeit des Neutronendosimeters (i) ist unmittelbar am Dosimeter i ein wasserstoffhaltiger Moderator 11 z.B. aus Polyäthylen in einem vorzugsweise runden Fenster 10 der Rückseite 1 angeordnet, der das Dosimeter (i) einseitig oder beiderseitig abdeckt und durch Moderierung zusätzliche thermische Neutronen zum Nachweis im Dosimeter (i) erzeugt. Um das Fenster 10 kann ein Ring aus bor- oder cadmiumhaltigem Material zur Kollimierung angeordnet werden.

Zum Nachweis von  $\beta$ -Strahlung enthält der Fensterteil 12 des Haltekörpers 2 im Bereich der Dosimeterposition (a) mindestens eine Öffnung 14. Das Fensterteil 12 kann mittels Verzahnung oder dgl. am Deckelteil 2 gehalten werden.

Die Dosimeterkarten 5 bis 8 können erfindungsgemäß bei geöffneter Dosimeterrückseite 1 eingelegt oder auch von der Seite in die geschlossene Kapselung 1, 2 eingeführt werden.

Das mit TLD-Detektoren beladene Albedodosimeter (a, i) ist ein Gamma-Neutronendosimeter, für das -wie auch beim Einfachdosimeter nach Hankins- kein Körperkontakt erforderlich ist, welches jedoch im Gegensatz dazu mit Hilfe beider Dosimeter i und a eine Analyse des Neutronenstreustrahlungsfeldes d.h. eine ortsabhängige Korrektur der Dosimeterempfindlichkeit ermöglicht.

15.01.82

3201243

10.

Als Beispiel für die Abhängigkeit der Dosisanzeige vom Abstand des Dosimeters zur Phantomoberfläche ist in Fig. 2 das entsprechende Ansprechvermögen des Albedodosimeters i für thermische Neutronen wiedergeben. Diese Meßergebnisse verdeutlichen den Vorteil der neuen Albedokapselung, bei der experimentell die Fenstergröße an der dem Körper zugewandten Seite auf den jeweiligen Abstand des Detektors i optimiert wird. Diese Eigenschaft ist von besonderer Bedeutung in der Personenüberwachung und Ursache für entsprechende Fehlmessungen bei anderen Dosimeterarten.

Die Kalibrierung des Albedodosimeters erfolgt bei der PTB Braunschweig. Die Bestimmung der Äquivalentdosis ergibt sich aus dem Neutronenfluenzwert unter Berücksichtigung des entsprechenden Fluenz-Äquivalentdosis-konversionsfaktors. Zur praktischen Anwendung des Albedodosimeters in der Personenüberwachung werden Feldkalibrierungen im interessierenden Streustrahlungsfeld durchgeführt. Als Referenzmeßgerät zur Bestimmung der Äquivalentdosis dient ein Remmeter, welches aus einer Polyäthylenkugel von 30 cm  $\varnothing$  besteht. Dieses Referenzgerät ist gleichzeitig Phantom für das Albedodosimeter. Als Beispiel wird die Kalibrierung des Albedodosimeters am Kompaktzyklotron des Heidelberger Krebsforschungszentrums angeführt. Das an verschiedenen Meßorten für das Albedodosimeter i ermittelte Ansprechvermögen R (Anzeige/1 rem Neutronenäquivalentdosis) ist in Fig. 3 in Abhängigkeit von dem Meßwertverhältnis i/a wiedergegeben. Durch die gefundenen Meßpunkte wurde eine Ge-

16.01.82

3201243

11.

rade hindurchgelegt. Die so bestimmte Kalibrierfunktion  $R=R(i/a)$  dient zum Einsatz des Albedodosimeters in der Personendosimetrie zur Korrektur der Ortsabhängigkeit des Ansprechvermögens. Zeigt ein Personendosimeter bei der Anwendung ein bestimmtes Meßverhältnis  $i/a$ , dann wird mit Hilfe des Kleinrechners der Meßwert  $\alpha(i)$  des Albedodosimeters mit dem entsprechenden Ansprechvermögen  $R(i/a)$  dividiert. Die Äquivalentdosis ergibt sich dann zu:

$$H = \frac{\alpha(i)}{R(i/a)}$$

Die Dosimeterkapselung 1, 2 ist erfindungsgemäß so dimensioniert, daß neben einer Handauswertung einzelner Dosimeter die meisten kommerziellen Dosimeterkarten verwendet werden können. Nach Entnahme aus der Dosimeterkapselung 1, 2 werden die Dosimeterkarten z.B. 7, 8 zur Auswertung in einen Auswerteautomaten auf etwa 300°C erhitzt, wozu in den vorhandenen Auswertegeräten gewöhnlich Kontaktaufheizung mit einem Heizfinger, Anblasen mit heißem Stickstoffgas oder Erhitzen mit einem Infrarotblitzlicht herangezogen wird.

Die Albedodosimeterkapselung 1, 2 mit den Meßpositionen i und a kann wahlweise mit einem Kernspurdetektor, unter Umständen auch gleichzeitig mit Kernspurdetektor und TLD-Detektor, benutzt werden. Hierbei wird der Kernspurdetektor bevorzugt in Strahleneinfallrichtung hinter dem TLD-Dosimeter angeordnet. Der Kernspurde-

tektor ist in der Dosimeterposition i und a von je einer  $(n, \alpha)$ -Konverterfolie 4 z.B. einseitig abgedeckt, welche  ${}^6\text{Li}$  bzw.  ${}^{10}\text{B}$  enthält. Beim Einfang thermischer Neutronen werden  $\alpha$ -Teilchen im Kernspurdetektor registriert, die im Anschluß an eine chemische, bevorzugt elektrochemische, Ätzung in einem Mikroskop bzw. Bildschirmgerät ausgezählt werden. Die Konverterfolien 4 können einen unterschiedlichen Anteil an  ${}^6\text{Li}$  bzw.  ${}^{10}\text{B}$  enthalten bzw. mit zusätzlichen  $\alpha$ -Absorberfolien 6 abgedeckt sein. Dadurch wird u.a. das Ansprechvermögen in der Detektorposition i und a gezielt verändert, um

- Albedoneutronen in Meßposition i empfindlicher nachzuweisen als thermische Neutronen aus dem Streustrahlungsfeld in Meßposition a,
- in Ergänzung zum TLD-Dosimeter u.U. auch noch kleinere Neutronendosen nachzuweisen.

Der Kernspurdetektor ermöglicht einen zusätzlichen Nachweis schneller Neutronen  $> 1,5\text{ MeV}$  über neutroneninduzierte Rückstoßkerne. Hierzu können ein zusätzlicher Kernspurdetektor ohne  $(n, \alpha)$ -Konverter 4 bzw. das Detektorfeld r (s.Fig.1) zwischen den Meßpositionen i und a vorgesehen werden. Gegenüber dem TLD-Albedodosimeter ist das Kernspuralbedodosimeter unempfindlich gegenüber  $\gamma$ -Strahlung, so daß hierzu bevorzugt kleine Neutronendosen von etwa 10 mrem bei einem entsprechend hohen  $\gamma$ -Dosisanteil mit  $H_\gamma/H_n > 3$  nachweisbar sind.

15.01.82

3201243

13.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich dadurch, daß zusätzlich zur energieabhängigen Albedodosimeteranzeige die Äquivalentdosis schneller Neutronen oberhalb 1 MeV annähernd energieunabhängig angezeigt wird. Ein entsprechendes Meßwertverhältnis  $i/r$  kann hierbei zusätzlich zur Analyse des Streustrahlungsfeldes bzw. ähnlich wie das Meßverhältnis  $i/a$  zur Korrektur der ortsabhängigen Empfindlichkeit der Dosimeteranzeige herangezogen werden. Hierbei ergibt sich der Dosisanteil  $H_{th}$  und  $H_f$  aus den Meßwerten  $a$  und  $i$ ; der Dosisanteil  $H_i$  im Energiebereich  $1 \text{ eV} < E < 1,5 \text{ MeV}$  ergibt sich aus der Gleichung  $H_i = \bar{H} - H_{th} - H_f$ .

**BEST AVAILABLE COPY**

*14.*  
**Leerseite**



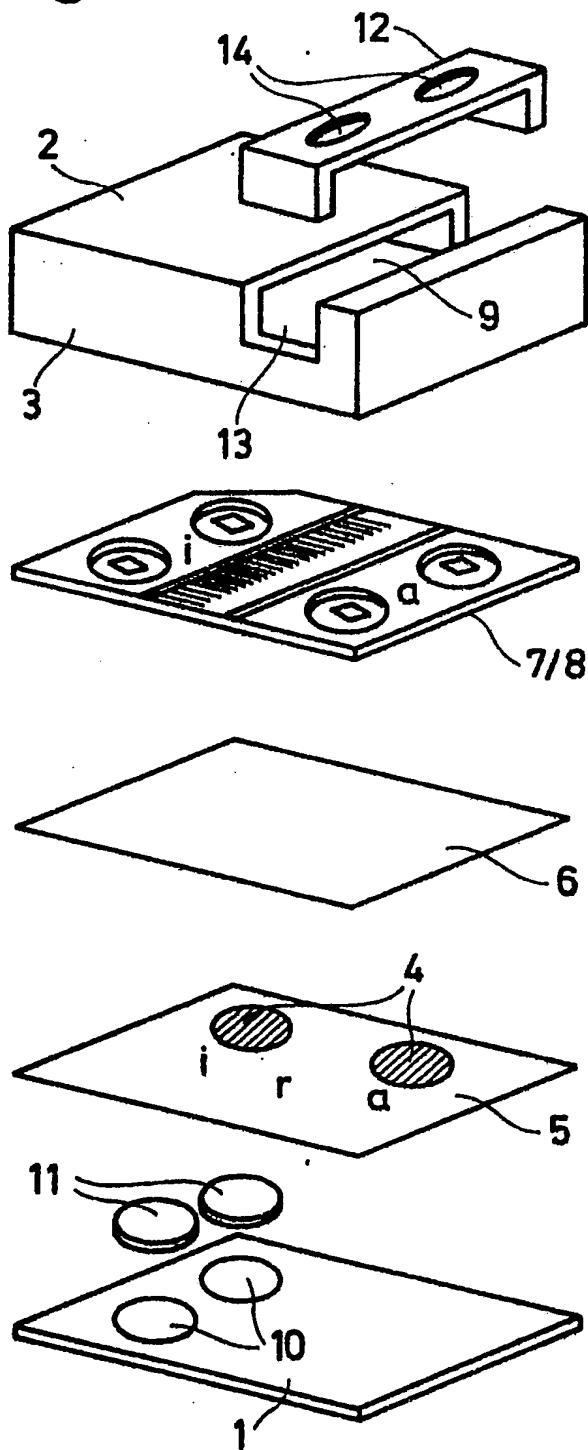
16.01.83

17.

Nummer:  
Int. Cl.<sup>3</sup>:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

3201243  
G01T 1/02  
16. Januar 1982  
1. September 1983

Fig. 1

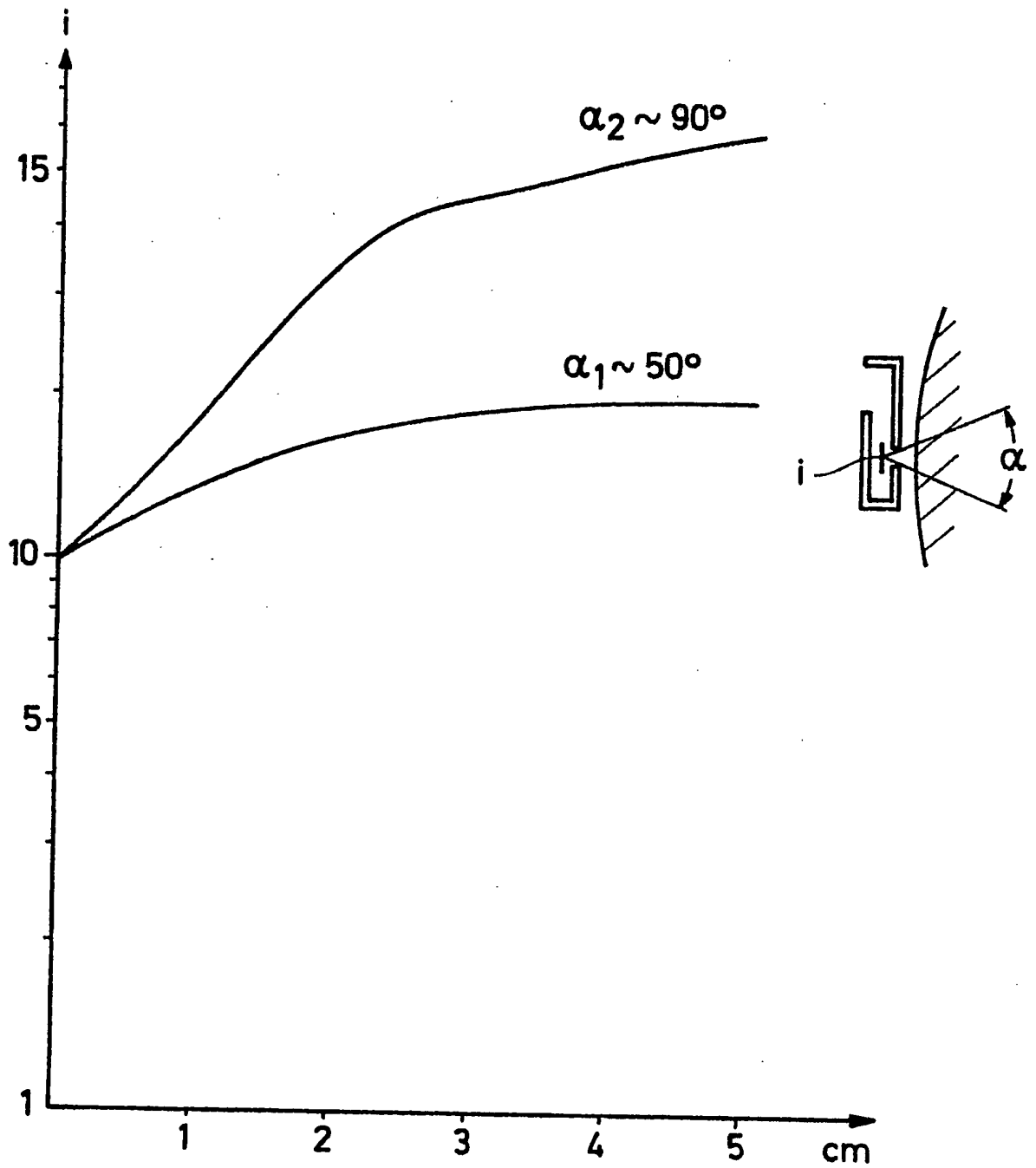


18-01-82

3201243

15.

Fig. 2



15-01-82  
16.

3201243

Fig. 3

